

norme européenne

norme française

NF EN 1610**Décembre 1997**Indice de classement : **P 16-125****ICS : 13.060.30 ; 91.140.80**

Mise en œuvre et essai des branchements et collecteurs d'assainissement

E : Construction and testing of drains and sewers

D : Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 5 novembre 1997 pour
prendre effet le 5 décembre 1997.

Correspondance

La norme européenne EN 1610:1997 a le statut d'une norme française.

Analyse

Le présent document spécifie la mise en œuvre des branchements et des canalisations d'assainissement habituellement enterrés dans le sol et fonctionnant habituellement en écoulement libre. Il s'applique aussi à la mise en œuvre des canalisations fonctionnant en pression (conjointement avec la NF EN 805 qui traite des prescriptions pour les réseaux extérieurs et les composants) et aux canalisations posées en tranchée, sous remblai indéfini ou au-dessous du sol.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : assainissement, canalisation, canalisation enterrée, canalisation sous pression, branchement, définition, matériau, terrassement, enrobage, mise en œuvre, essai.

Modifications

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55



Membres de la commission de normalisation

Président : M COCHARD

Secrétariat : M DUCLUZEAU — AFNOR

M	ALEXANDRE	PONT A MOUSSON SA
M	ANDRE	SEDE SA
M	ARNAUT	DIRECTION GENERALE DE LA SANTE
M	BAILLON	M BAILLON MICHEL
M	BERTAIL	AFNOR
M	BIENVEIGNANT	SYND GENE FONDEURS
M	BOILLOT	EVERITE SA
M	BRECHON	PONT A MOUSSON SA
M	CHANDELLIER	CSTB
M	CHATELAIN	SNFTRP
M	CHINCHOLLE	NICOLL SA
M	COCHARD	CSTB
M	CRONIER	CALONA PURFLO SA
M	DENEUVY	DIRECTION DE L'EAU
M	DUCHENE	CEMAGREF
M	DUFOURNET	DEGREMONT SA
M	DUTRUEL	CERIB
M	ETIENNE	DAEI
M	FALLU	UIE
MME	FEUILLE	AFNOR
M	FRANK	WAVIN SA
M	FUNKEN	PONT A MOUSSON SA
M	GAUSSORGUES	AFNOR
M	GERBAULT	M GERBAULT MARCEL
M	GERSCHEL	TREFIMETAUX
M	GIFFARD	SIMOP SA
M	JANNIN	DIRECTION DE L'EAU
M	JOUNOT	AFNOR
M	JOURDAN	AFIR
M	JOUSSIN	ETERNIT
M	LAINE	FIB
M	LAPIERRE	COMMUNAUTE URBAINE DE STRASBOURG
M	LASALMONIE	AGHTM
M	LATREYTE	COMPAGNIE GENERALE DES EAUX
M	LAURENDEAU	DESNOYERS SA
M	LEBLANC	SOC DES TUYAUX BON
M	LE GALL	DIRECTION ESPACE RURAL
M	LEVANNIER	CONTROLE ET PREVENTION
M	MAMBOURG	CSTB
M	MARTIN	LYONNAISE DES EAUX
M	MATHIEU	CEMAGREF GROUPEMENT D'ANTONY
M	MESNY	CONSEIL GENERAL GREF
M	NURY	ALPHACAN SA
M	PERRET	INERIS
M	PROVOU	BNTA
M	RAYNAUD	AGENCE DE L'EAU
M	ROCHE	M ROCHE EMILE
M	SANCHEZ	CERIB
M	VIGNOLES	COMPAGNIE GENERALE DES EAUX
M	VILA	COMPAGNIE GENERALE DES EAUX
M	WILLIG	IFAA

Avant-propos national*Références aux normes françaises*

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

<i>EN 476</i>	<i>: NF EN 476 (indice de classement : P 16-100)</i>
<i>EN 752-3</i>	<i>: NF EN 752-3 (indice de classement : P 16-150-3)</i>
<i>prEN 805</i>	<i>: NF EN 805 (indice de classement : P 41-010) ¹⁾</i>
<i>prEN 1295</i>	<i>: NF EN 1295 (indice de classement : P 16-120) ¹⁾</i>
<i>prEN 12889</i>	<i>: NF EN 12889 (indice de classement : P 16-126) ¹⁾</i>

1) En préparation.

ICS 13.060.30

Descripteurs : assainissement, canalisation, canalisation enterrée, canalisation sous pression, branchement, définition, matériau, terrassement, enrobage, mise en œuvre, essai.

Version française

**Mise en œuvre et essai des branchements
et collecteurs d'assainissement**

Verlegung und Prüfung
von Abwasserleitungen und -kanälen

Construction and testing
of drains and sewers

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 18 mai 1997.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos	4
1 Domaine d'application	5
2 Références normatives	5
3 Définitions	5
4 Généralités	7
4.1 Concepts	7
4.2 Respect des hypothèses du projet	7
5 Composants et matériaux	7
5.1 Généralités	7
5.2 Composants	7
5.3 Matériaux utilisés pour l'enrobage	8
5.3.1 Généralités	8
5.3.2 Sol d'origine	8
5.3.3 Matériaux d'apport	8
5.4 Matériaux utilisés pour le remblai proprement dit	9
6 Terrassement en tranchée	9
6.1 Tranchées	9
6.2 Largeur de tranchée	9
6.2.1 Largeur maximale de tranchée	9
6.2.2 Largeur minimale de tranchée	9
6.2.3 Dérogations à la largeur minimale de tranchée	11
6.3 Stabilité de la tranchée	11
6.4 Fond de tranchée	11
6.5 Élimination des venues d'eau	11
7 Enrobage et supportage	12
7.1 Généralités	12
7.2 Types d'appui	12
7.2.1 Type d'appui n° 1	12
7.2.2 Type d'appui n° 2	13
7.2.3 Type d'appui n° 3	13
7.3 Appuis ou supportages spéciaux	13
8 Mise en œuvre	14
8.1 Implantation	14
8.2 Livraison, manutention et bardage des tuyaux sur le chantier	14
8.3 Stockage	14
8.4 Manutention des composants	14
8.5 Pose	14
8.5.1 Généralités	14
8.5.2 Tracé et profil en long	15
8.5.3 Mise à joint	15
8.5.4 Niches pour emboîtures	15
8.5.5 Coupe de tuyaux	15
8.5.6 Dispositions à prendre pour les raccordements ultérieurs	15
8.5.7 Autres instructions	15
8.6 Ouvrages spéciaux	15
8.6.1 Canalisations hors sol	15
8.6.2 Canalisations sous fourreau de protection	16

Sommaire (fin)

	Page
8.6.3 Collecteurs d'assainissement en brique et en béton coulé en fouille	16
8.6.4 Passage des canalisations à travers, près de ou au-dessous d'ouvrages	16
8.7 Supports et ancrages	16
8.8 Regards de visite et boîtes de branchement	16
9 Raccordements sur tuyaux et sur regards	16
9.1 Généralités	16
9.2 Raccordement par culotte	17
9.3 Raccordement par piquage	17
9.4 Raccordement par piquage à selle	17
9.5 Raccordement par soudure	17
9.6 Raccordement aux regards de visite et boîtes de branchement	18
10 Essais pendant la durée du chantier	18
11 Mise en place du remblai	18
11.1 Compactage	18
11.2 Mise en place de l'enrobage	18
11.3 Mise en place du remblai proprement dit	19
11.4 Enlèvement du blindage	19
11.5 Réfection des surfaces	19
12 Contrôles et/ou essais de réception des canalisations et des regards après mise en place du remblai	19
12.1 Contrôle visuel	19
12.2 Étanchéité	20
12.3 Enrobage et remblai proprement dit	20
12.3.1 Compactage	20
12.3.2 Déformation des tuyaux	20
13 Méthodes et prescriptions pour les essais des canalisations à écoulement libre	20
13.1 Généralités	20
13.2 Essai à l'air (Méthode «L»)	20
13.3 Essais à l'eau (Méthode «W»)	21
13.3.1 Pression d'essai	21
13.3.2 Temps d'imprégnation	22
13.3.3 Durée de l'essai	22
13.3.4 Prescriptions pour l'essai	23
13.4 Essais des assemblages seuls	23
14 Essais des conduites sous pression	23
15 Qualifications	23
Annexe A (informative) Élimination des venues d'eau	24
Annexe B (informative) Informations complémentaires à 5.3.3.1 sur les caractéristiques des matériaux	26
Annexe C (informative) Extrait de la Directive du Conseil européen du 17 septembre 1990 relatif aux procédures d'appel d'offres des entités intervenant dans les secteurs de l'eau, de l'énergie, des transports et des télécommunications	41

Avant-propos

La présente norme européenne a été élaborée par le Comité Technique CEN/TC 165 «Techniques des eaux résiduaires» dont le secrétariat est tenu par le DIN.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement au plus tard en mars 1998, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mars 1998.

Les annexes A, B et C sont informatives.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

1 Domaine d'application

La présente norme européenne s'applique à la mise en œuvre et aux essais des branchements et des collecteurs d'assainissement habituellement enterrés dans le sol et fonctionnant habituellement en écoulement libre.

La mise en œuvre des canalisations fonctionnant en pression relève de la présente norme européenne conjointement avec le prEN 805.

La présente norme européenne s'applique aux branchements et aux canalisations d'assainissement posés en tranchée, sous remblai indéfini ou au-dessus du sol. La pose sans tranchée est traitée dans le prEN 12889. En outre, il convient de prendre en considération d'autres réglementations locales ou nationales, concernant par exemple la santé et la sécurité, le rétablissement des chaussées, les prescriptions pour l'essai d'étanchéité, etc.

2 Références normatives

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

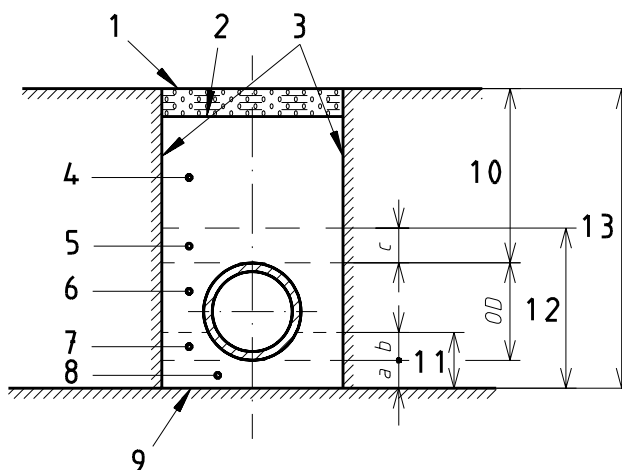
EN 476	Prescriptions générales pour les composants utilisés dans les réseaux d'évacuation, de branchement et d'assainissement à écoulement libre.
EN 752-3	Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments — Partie 3 : Établissement de l'avant-projet.
prEN 805	Alimentation en eau — Prescriptions pour les réseaux extérieurs aux bâtiments et leurs composants.
EN 1295-1	Calcul de résistance mécanique des canalisations enterrées sous diverses conditions de charge — Partie 1 : Prescriptions générales.
prEN 12889	Mise en œuvre sans tranchée des branchements et canalisations d'assainissement et leurs essais.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme européenne, les définitions suivantes s'appliquent, y compris la figure 1.

Les mêmes définitions s'appliquent pour les tranchées à parois talutées et les remblais indéfinis, le cas échéant.

- 1 Surface
- 2 Base du corps de chaussée ou du ballast de chemin de fer, le cas échéant
- 3 Parois de la tranchée
- 4 Remblai proprement dit (3.6)
- 5 Remblai initial (3.5)
- 6 Remblai latéral (3.12)
- 7 Assise
- 8 Lit de pose
- 9 Fond de tranchée
- 10 Hauteur de recouvrement (3.3)
- 11 Hauteur de l'appui (3.1)
- 12 Hauteur de l'enrobage (3.4)
- 13 Profondeur de tranchée (3.13)
- a Épaisseur du lit de pose
- b Épaisseur de l'assise
- c Épaisseur du remblai initial
- b = k.OD (voir article 7)
- k est le rapport de l'épaisseur b de l'assise et OD
- OD est le diamètre extérieur du tuyau en millimètres.



NOTE 1 : Pour les valeurs minimales de a et c, voir article 7.

NOTE 2 : k.OD remplace la notion d'angle de pose qui existait dans certaines normes nationales. L'angle de pose n'est pas l'angle de réaction d'appui du lit de pose, angle utilisé dans le calcul de résistance mécanique.

Figure 1 : Illustration des définitions

3.1 appui : Partie de l'ouvrage qui soutient le tuyau entre le fond de la tranchée et le remblai latéral ou le remblai initial. L'appui est constitué par le lit de pose et l'assise. Dans le cas de tuyaux posés directement sur le fond de tranchée, ce dernier constitue le lit de pose.

3.2 épaisseur de couche de compactage : Épaisseur de chaque nouvelle couche de matériau de remblai avant son compactage.

3.3 hauteur de recouvrement : Distance verticale entre la génératrice supérieure du tuyau et la surface du sol.

3.4 enrobage : Remblai situé autour du tuyau et comprenant l'appui, le remblai latéral et le remblai initial.

3.5 remblai initial : Couche de matériau de remblai juste au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau.

3.6 remblai proprement dit : Remblai entre le dessus de l'enrobage et la surface du sol, le sommet du remblai indéfini, ou, le cas échéant, la base du corps de chaussée ou du ballast de chemin de fer.

3.7 largeur minimale de tranchée : Distance minimale nécessaire pour la sécurité et la mise en œuvre entre les parois de la tranchée au niveau supérieur du lit de pose ou, le cas échéant, en tout point entre les blindages.

3.8 sol d'origine : Sol provenant du creusement de la tranchée.

3.9 diamètre nominal (DN) : Désignation numérique de la taille d'un composant, qui est un nombre entier pratique approximativement égal à la dimension de fabrication en millimètres. Ceci peut s'appliquer soit au diamètre intérieur (DN/ID) soit au diamètre extérieur (DN/OD) ; voir prEN 476.

3.10 canalisation : Assemblage de tuyaux, raccords et joints entre des regards ou d'autres structures.

3.11 composant préfabriqué : Produit fabriqué séparément du processus de mise en œuvre, généralement dans des circonstances où une norme de produit s'applique et/ou un contrôle de qualité par le fabricant est en place.

3.12 remblai latéral : Matériau entre l'appui et le remblai initial.

3.13 profondeur de tranchée : Distance verticale du fond de tranchée à la surface du sol.

4 Généralités

4.1 Concepts

Les canalisations et les regards sont fondamentalement des ouvrages dans lesquels le comportement combiné des composants, de l'appui et du remblai constituent la base de la stabilité et de la sécurité d'exploitation. Les tuyaux, les raccords et les garnitures de joints ainsi que les travaux réalisés sur place tels que l'appui, la mise à joints des tuyaux, la mise en place du remblai latéral et du remblai sont tous des facteurs importants pour l'obtention d'une structure au comportement adéquat.

4.2 Respect des hypothèses du projet

La résistance de la canalisation doit être déterminée, décidée ou spécifiée avant tout début d'exécution, selon EN 752-3 et EN 1295.

Il convient que la réalisation des travaux soit menée de façon à ce que les hypothèses du projet soient respectées, ou adaptées à de nouvelles conditions.

Les hypothèses du projet sont influencées, en particulier par toute variation dans ce qui suit :

- la largeur de tranchée comparée à la largeur prévue ;
- la profondeur de tranchée comparée à la profondeur prévue ;
- le système de blindage des tranchées et l'effet résultant de son enlèvement ;
- le degré de compactage de l'enrobage ;
- le degré de compactage du remblai proprement dit ;
- le calage des tuyaux et les conditions du fond de tranchée ;
- la circulation sur le chantier et les charges temporaires ;
- les types de sol et leurs paramètres (par exemple : sous-sol, parois de tranchées, remblai) ;
- les profils en travers des tranchées (par exemple : tranchées avec banquettes, tranchées avec parois talutées) ;
- les caractéristiques du terrain et du sol (par exemple : gel, dégel, pluie, neige, inondations) ;
- le niveau de la nappe phréatique ;
- les canalisations supplémentaires dans la tranchée.

NOTE : La liste ci-dessus n'est pas exhaustive.

5 Composants et matériaux

5.1 Généralités

Les composants et les matériaux doivent être conformes aux normes nationales, transposant les normes européennes lorsqu'elles existent, ou aux agréments techniques européens. En leur absence, les composants et matériaux doivent être conformes aux prescriptions du projet.

Toute instruction complémentaire de la part du fabricant doit être respectée.

5.2 Composants

Les composants doivent être conformes à 5.1.

5.3 Matériaux utilisés pour l'enrobage

5.3.1 Généralités

Les matériaux utilisés pour l'enrobage doivent être conformes aux alinéas appropriés de 5.3, de façon à pouvoir assurer la stabilité permanente et la tenue mécanique de la canalisation. Ces matériaux ne doivent pas détériorer le tuyau, ou le matériau du tuyau, ou la nappe phréatique.

Les matériaux gelés ne doivent pas être utilisés.

Les matériaux utilisés pour l'enrobage doivent être conformes aux spécifications du projet. Les matériaux peuvent être soit le sol d'origine (voir 5.3.2) s'il est prouvé qu'il convient, soit des matériaux d'apport (voir 5.3.3). Il convient que les matériaux de l'appui ne contiennent pas d'éléments de taille supérieure à 22 mm pour les $DN \leq 200$ et à 40 mm pour les $DN > 200$ à $DN \leq 600$.

5.3.2 Sol d'origine

Les prescriptions pour le réemploi du sol d'origine sont :

- conformité aux prescriptions du projet ;
- aptitude au compactage, si spécifié ;
- absence de matériaux dommageables pour le tuyau (par exemple : éléments de dimensions excessives, en fonction de la nature du tuyau, de son épaisseur de paroi et de son diamètre ; racines d'arbres ; détritiques ; matériaux organiques ; mottes d'argile supérieures à 75 mm ; neige et glace).

Un sol d'origine satisfaisant les prescriptions de 5.3.3.1 ou de 5.3.3.3 est réputé convenir.

5.3.3 Matériaux d'apport

Les matériaux suivants, pouvant inclure des matériaux recyclés, conviennent :

5.3.3.1 *Matériaux granulaires*

Les matériaux granulaires comprennent :

- matériau monogranulaire ;
- matériau gradué ;
- sable ;
- tout-venant ;
- matériau concassé.

Un guide pour les matériaux granulaires est donné à l'annexe B.

5.3.3.2 *Matériaux traités aux liants hydrauliques*

Les matériaux traités aux liants hydrauliques comprennent :

- sol ciment ;
- béton léger ;
- béton maigre ;
- béton non armé ;
- béton armé.

Ils doivent être conformes aux prescriptions du projet.

5.3.3.3 Autres matériaux

Des matériaux autres que ceux définis en 5.3.3.1 et 5.3.3.2 peuvent être utilisés pour l'enrobage si leur conformité aux prescriptions de 5.3.1 est prouvée. Des substances naturelles ou artificielles qui pourraient endommager la canalisation ne conviennent pas.

Il convient de prendre en considération les conséquences sur l'environnement.

5.4 Matériaux utilisés pour le remblai proprement dit

Les matériaux utilisés pour le remblai proprement dit doivent être conformes aux spécifications du projet.

Les matériaux prescrits en 5.3 peuvent être utilisés pour le remblai proprement dit.

Il convient que les déblais utilisés en remblai ne contiennent pas de pierres d'une dimension supérieure à 300 mm ou supérieure à l'épaisseur du remblai initial ou supérieure à la moitié d'une couche de compactage, la dimension la plus faible étant à retenir. Le maximum ci-dessus peut être réduit en fonction des conditions de sol, de la nappe phréatique et de la nature du tuyau. Des conditions spéciales peuvent être prescrites pour les zones rocheuses.

6 Terrassement en tranchée

6.1 Tranchées

Les tranchées doivent être conçues et terrassées de telle façon qu'une mise en œuvre correcte et sans risque des canalisations soit assurée. S'il est nécessaire d'accéder à la base externe de structures enterrées, par exemple des regards, un espace de travail protégé d'une largeur minimale de 0,50 m doit être ménagé.

Dans le cas où plusieurs tuyaux sont posés dans la même tranchée ou sous remblai indéfini, un espace de travail minimal doit être respecté horizontalement entre les canalisations. En l'absence d'autres spécifications, il doit être de 0,35 m pour $DN \leq 700$ et de 0,50 m pour $DN > 700$.

Là où c'est nécessaire, des mesures de sécurité appropriées pour les conduites d'alimentation, les autres canalisations et branchements d'assainissement, les structures et surfaces doivent être prises afin de les protéger des risques de dommages.

6.2 Largeur de tranchée

6.2.1 Largeur maximale de tranchée

La largeur de tranchée ne doit pas dépasser le maximum spécifié dans le calcul de résistance mécanique. Si ce n'est pas possible, il faut en référer à l'auteur du projet.

6.2.2 Largeur minimale de tranchée

La largeur minimale doit être la plus grande des deux valeurs tirées des tableaux 1 et 2, sauf dérogations énoncées en 6.2.3.

Tableau 1 : Largeur minimale de tranchée en fonction du diamètre nominal DN

DN	Largeur minimale de tranchée (OD + X) m		
	Tranchée blindée	Tranchée non blindée	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
$DN \leq 225$	OD + 0,40	OD + 0,40	
$225 < DN \leq 350$	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
$350 < DN \leq 700$	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
$700 < DN \leq 1200$	OD + 0,85	OD + 0,85	OD + 0,40
$1200 < DN$	OD + 1,00	OD + 1,00	OD + 0,40
Dans les valeurs OD + X, l'espace de travail minimal entre le tuyau et la paroi de tranchée ou le blindage est égal à $\frac{X}{2}$ où : <ul style="list-style-type: none"> • OD est le diamètre extérieur, en mètres ; • β est l'angle de paroi de tranchée non blindée mesuré par rapport à l'horizontale (voir figure 2). 			

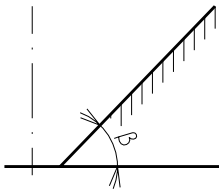


Figure 2 : Angle β d'une paroi de tranchée non blindée

Tableau 2 : Largeur minimale de tranchée en fonction de la profondeur de tranchée

Profondeur de tranchée m	Largeur minimale de tranchée m
< 1,00	pas de largeur minimale prescrite
$\geq 1,00$ à $\leq 1,75$	0,80
$> 1,75$ à $\leq 4,00$	0,90
$> 4,00$	1,00

6.2.3 Dérogations à la largeur minimale de tranchée

On peut déroger aux largeurs minimales de tranchée tirées des tableaux 1 et 2, dans les circonstances suivantes :

- lorsque le personnel ne sera jamais obligé de descendre dans la tranchée, par exemple avec des techniques de pose automatisée ;
- lorsque le personnel ne sera jamais obligé de descendre entre la canalisation et la paroi de la tranchée ;
- dans des zones encombrées et incontournables.

Dans tous ces cas, il est nécessaire de prendre des mesures spéciales lors de la conception et de la mise en œuvre.

6.3 Stabilité de la tranchée

La stabilité de la tranchée doit être assurée par un système de blindage des parois de la tranchée, ou en talutant les parois, ou par tout autre moyen approprié.

Les systèmes de blindage doivent être retirés en conformité avec les hypothèses du calcul de résistance mécanique de telle façon que la canalisation ne soit ni déplacée, ni détériorée.

6.4 Fond de tranchée

La pente du fond de tranchée et le matériau du fond de tranchée doivent être conformes aux spécifications du projet. Il convient de ne pas remanier le fond de tranchée. S'il a été remanié, la portance initiale du sol doit être rétablie par toute méthode appropriée.

Là où les tuyaux doivent être posés sur le fond de tranchée, ce fond doit être arasé à la pente et à la forme spécifiées de façon à assurer un soutien tout le long du fût du tuyau. Des niches doivent être aménagées dans le lit de pose ou le fond de tranchée selon le cas.

En cas de gel, il peut être nécessaire de protéger le fond de tranchée de façon à ce que des couches gelées ne soient pas laissées au-dessous ou autour de la canalisation.

Là où le fond de la tranchée est instable ou le sol compressible, des précautions appropriées doivent être prises (voir 7.1 et 7.3).

6.5 Élimination des venues d'eau

Pendant l'exécution des travaux, il convient que les terrassements en tranchée soient maintenus hors d'eau, par exemple : eaux de pluie, eaux d'infiltration, eaux de source ou eau provenant des fuites de canalisations. Les méthodes d'élimination des venues d'eau ne doivent pas avoir d'effet sur les enrobages et les canalisations (voir également annexe A).

Des précautions doivent être prises pour empêcher l'entraînement de matériaux fins pendant l'élimination des venues d'eau.

L'influence de l'élimination des venues d'eau sur le mouvement de la nappe et la stabilité de la zone environnante doit être prise en compte.

En fin d'élimination des venues d'eau, tout drain provisoire doit être convenablement obturé.

7 Enrobage et supportage

7.1 Généralités

Les matériaux, l'appui, le supportage et les épaisseurs des couches d'enrobage doivent être spécifiés dans le calcul de résistance mécanique. Il convient de choisir des matériaux conformes à 5.2.2 et 5.2.3. Le matériau d'enrobage et sa granulométrie ainsi que tout supportage doivent être choisis en considérant :

- le diamètre du tuyau ;
- le matériau du tuyau ;
- la nature du sol.

La largeur de l'appui doit être la largeur de la tranchée, sauf si prescrit différemment. Pour les tuyaux posés dans un remblai indéfini, la largeur de l'appui doit être de quatre fois le diamètre extérieur, sauf si prescrit différemment.

L'épaisseur minimale c (voir figure 1) du remblai initial doit être de 150 mm au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau et de 100 mm au-dessus du joint. Lorsque l'on utilise des matériaux définis en 5.3.3.2 et 5.3.3.3, c doit être tel que spécifié dans le projet.

Tout volume localisé de sol inconsistant au-dessous du fond de tranchée doit être évacué et remplacé par un matériau d'appui approprié. Si des quantités plus importantes sont rencontrées, il convient de revoir le calcul de résistance mécanique.

7.2 Types d'appui

7.2.1 Type d'appui n° 1

Le type d'appui n° 1 (voir figure 3) peut être utilisé dans tous les cas d'enrobage, soutenant les tuyaux sur toute la longueur du fût, en utilisant les conditions d'épaisseur pour a et b définies ci-après, et ceci pour tous les diamètres et formes de tuyau (par exemple : circulaire, non circulaire, à embase).

Sauf spécification contraire, l'épaisseur minimale du lit de pose, a , mesurée sous la génératrice inférieure, ne doit pas être inférieure à 100 mm en conditions de sol normales et 150 mm en cas de sol dur ou rocheux.

L'épaisseur, b , de l'assise doit être telle que spécifiée dans le calcul de résistance mécanique.

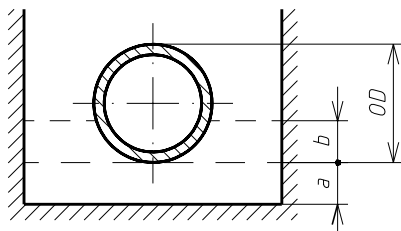


Figure 3 : Type d'appui n° 1

7.2.2 Type d'appui n° 2

Le type d'appui n° 2 (voir figure 4) peut être utilisé dans un sol homogène, suffisamment meuble, à granularité fine, soutenant les tuyaux sur toute la longueur du fût. On peut poser les tuyaux directement sur le fond de tranchée égalisé et mis en forme.

L'épaisseur de l'assise, b , doit être telle que spécifiée dans le calcul de résistance mécanique.

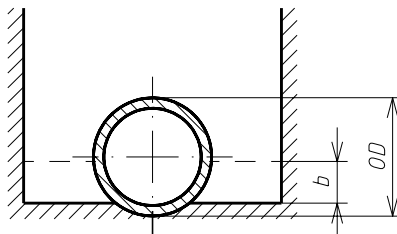


Figure 4 : Type d'appui n° 2

7.2.3 Type d'appui n° 3

Le type d'appui n° 3 (voir figure 5) peut être utilisé dans un sol homogène, à granularité assez fine, soutenant les tuyaux sur toute la longueur du fût. On peut poser les tuyaux directement sur le fond de tranchée égalisé.

L'épaisseur de l'assise, b , doit être telle que spécifiée dans le calcul de résistance mécanique.

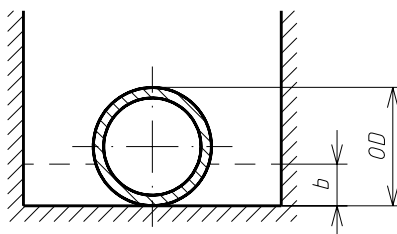


Figure 5 : Type d'appui n° 3

7.3 Appuis ou supportages spéciaux

Là où le fond de fouille n'a pas suffisamment de résistance pour soutenir les matériaux d'appui du tuyau, il sera nécessaire de prendre des mesures spéciales. Ceci risque de se produire dans des sols instables tels que la tourbe ou le sable bouillant.

Parmi les mesures possibles, il y a la substitution du sol par d'autres matériaux (par exemple : sable, gravier, matériaux traités aux liants hydrauliques) ou le supportage de la canalisation sur pieux, par exemple en utilisant des traverses ou des berceaux, des dalles en béton armé ou des longrines en appui sur les pieux.

Il convient de tenir compte, dans le projet et dans la mise en œuvre, du passage d'une nature de terrain à une autre ayant des propriétés de tassement différentes.

Des types d'appui ou des supportages spéciaux de canalisations ne doivent être utilisés que si leur pertinence a été confirmée par des calculs de résistance mécanique.

NOTE : Les canalisations enterrées posées sur pieux peuvent être soumises à des charges très élevées.

8 Mise en œuvre

NOTE : Dans le cadre du présent article, le terme «*tuyaux*» comprend aussi les raccords et autres composants, sauf indication différente.

8.1 Implantation

Préalablement à cette implantation, une enquête appropriée doit avoir été entreprise afin de localiser les tuyaux, câbles ou autres ouvrages souterrains. Si les résultats de ce relevé ont un effet sur le tracé et le profil en long, l'auteur du projet doit en être avisé.

L'axe de la tranchée et sa largeur en tête doivent être implantés d'une façon précise, matérialisés et relevés.

Si prescrits, les repères de nivellement provisoires doivent être établis à des emplacements stables où ils ne risquent pas d'être déplacés.

8.2 Livraison, manutention et bardage des tuyaux sur le chantier

Les tuyaux, les composants et les joints doivent être examinés à la livraison afin de s'assurer qu'ils ont été convenablement marqués et qu'ils sont conformes aux spécifications du projet.

Toute instruction du fabricant doit être respectée.

Les produits doivent être examinés à la fois au moment de la livraison et juste avant leur mise en œuvre pour s'assurer qu'ils n'ont subi aucun dommage.

8.3 Stockage

Toute instruction du fabricant doit être respectée.

Les tuyaux doivent être maintenus de façon à éviter qu'ils roulent. Il convient d'éviter les hauteurs de stockage excessives de façon à ce que les tuyaux qui se trouvent dans la partie basse des empilements n'aient pas de surcharge. Les empilements ne doivent pas être placés près de tranchées ouvertes.

Il convient que tous les matériaux soient stockés de façon à les garder propres et à éviter contamination ou dégradation ; par exemple, il convient que les composants en caoutchouc pour joints soient maintenus propres et protégés des sources d'ozone (par exemple équipement électrique), de la lumière du soleil et de l'huile, lorsque nécessaire.

Les tuyaux avec revêtement de protection doivent être stockés, lorsque nécessaire, sur des cales pour qu'ils ne touchent pas le sol afin d'éviter tout dommage au revêtement et aux joints. Il convient de stocker tous les tuyaux sur cales par temps très froid pour éviter qu'ils ne soient collés au sol par le gel.

8.4 Manutention des composants

On doit utiliser un matériel et des méthodes adaptés pour manutentionner les composants pour des raisons de sécurité et pour éviter les dommages.

8.5 Pose

8.5.1 Généralités

Il convient que la pose des tuyaux commence à l'aval, les tuyaux étant normalement posés avec les emboîtures tournées vers l'amont.

Il convient de prendre en compte la nécessité, lorsque l'exécution est interrompue d'une façon significative, d'avoir à obturer provisoirement les extrémités des tuyaux. Il convient que les protections d'extrémités des tuyaux ne soient enlevées que juste avant la mise à joint. Il convient d'éviter que des matériaux n'entrent dans les tuyaux ; tout matériau qui y serait entré doit être enlevé.

Lorsque l'orientation des tuyaux est spécifiée, on doit s'y conformer (par exemple : marquage indiquant la partie supérieure du tuyau).

8.5.2 Tracé et profil en long

Les tuyaux doivent être posés suivant le tracé et le profil en long indiqués, dans la limite des tolérances prescrites par le projet. Les réglages de niveau éventuellement nécessaires doivent être réalisés en relevant ou en baissant le niveau de l'appui, en s'assurant à chaque fois que le tuyau repose sur toute sa longueur. Le réglage ne doit jamais être réalisé en utilisant de façon permanente un calage ponctuel.

8.5.3 Mise à joint

Les protections des extrémités des tuyaux doivent être enlevées juste avant la mise à joint. Les parties de la surface du tuyau en contact avec les matériaux formant le joint doivent être sans dommages, propres, et si nécessaire sèches. Les joints glissants doivent être lubrifiés avec les lubrifiants et les méthodes recommandés par les fabricants.

Quand la mise à joint ne peut pas être réalisée manuellement, on doit utiliser un matériel adapté. Si nécessaire, les extrémités des tuyaux doivent être protégées. Il convient d'assembler les tuyaux en appliquant progressivement une force axiale, sans contraintes excessives pour les composants. Il convient que l'alignement soit vérifié et corrigé si nécessaire après la mise à joint.

Si un jeu est prescrit entre les bouts mâle et femelle, ce jeu doit rester dans les tolérances indiquées par le fabricant.

8.5.4 Niches pour emboîtures

On doit prévoir des niches permettant d'avoir un espace suffisant pour l'assemblage approprié du joint et pour empêcher le tuyau de reposer sur l'emboîture. Il convient que la niche ne soit pas plus grande que nécessaire pour permettre l'assemblage correct du joint.

8.5.5 Coupe de tuyaux

Il convient de couper les tuyaux avec les outils appropriés, suivant les recommandations du fabricant. Les coupes doivent être telles que le joint résultant donne toute satisfaction. La réparation des revêtements intérieurs et extérieurs doit être effectuée en conformité avec les instructions du fabricant.

8.5.6 Dispositions à prendre pour les raccordements ultérieurs

Les extrémités de tuyau ou les branchements qui seront raccordés après l'exécution du remblai doivent être munis d'un système permanent de fermeture étanche, et, le cas échéant, d'un ancrage approprié. Leurs positions doivent être mesurées et enregistrées.

8.5.7 Autres instructions

Toute instruction complémentaire pour la mise en œuvre des composants et des matériaux, issue en priorité d'une norme concernée ou d'un fabricant, doit être respectée.

8.6 Ouvrages spéciaux

8.6.1 Canalisations hors sol

Un projet et une mise en œuvre spécifiques sont nécessaires pour les canalisations hors sol (par exemple sur supports ou suspendues). Il convient que les canalisations soient protégées contre les effets nuisibles dus à l'environnement.

8.6.2 Canalisations sous fourreau de protection

Dans certains cas (par exemple dans les périmètres de protection de la nappe d'eau ou sur les emplacements industriels), il peut s'avérer nécessaire d'installer des canalisations à l'intérieur de fourreaux de protection. Les canalisations et les fourreaux doivent être essayés séparément.

Dans le cas de canalisations placées dans des gaines, il peut ne pas être nécessaire de procéder à des essais d'étanchéité sur les gaines.

8.6.3 Collecteurs d'assainissement en brique et en béton coulé en fouille

Un projet et une mise en œuvre spécifiques sont nécessaires pour les collecteurs d'assainissement en brique ou en béton coulé en tranchée.

8.6.4 Passage des canalisations à travers, près de ou au-dessous d'ouvrages

Là où les canalisations traversent des ouvrages, y compris les regards et les boîtes de branchement, des joints flexibles doivent être incorporés à l'intérieur de la paroi ou aussi près que possible des faces extérieures des ouvrages sauf si la canalisation et la structure constituent un ensemble sur une fondation rigide. Là où les canalisations passent près, le long ou au-dessous des ouvrages, il convient d'envisager des précautions similaires.

On peut apporter une souplesse supplémentaire par l'insertion d'un tuyau de faible longueur de façon à assurer une articulation. Il convient que la longueur de ces tuyaux et le détail de leur conception soient en rapport avec le diamètre et la nature des tuyaux et la conception des joints. Pour les tuyaux traversant les ouvrages, un manchon ou un linteau peut être prescrit.

8.7 Supports et ancrages

Là où il y a un risque de voir les tuyaux flotter pendant la mise en œuvre, les canalisations doivent être maintenues par lestage ou ancrage approprié. Dans le cas de canalisations sous pression, si les pièces de raccords et les vannes sont mises en place sans être verrouillées / autobutées dans le sens de la longueur, elles doivent être fixées de façon à équilibrer les forces en cause. Pour plus de détail, voir prEN 805.

NOTE : Ces forces peuvent atteindre des niveaux très importants.

Dans le cas de canalisations à écoulement libre, il peut être nécessaire d'ancrer les raccords, éventuellement de façon temporaire, lors des essais d'étanchéité.

Il convient que les forces supplémentaires, qui peuvent apparaître dans le cas de tuyaux suspendus et dans le cas de sections de canalisations très en pente, soient équilibrées lors de la mise en œuvre, par exemple en réalisant un appui en béton, un enrobage en béton, ou une bêche qui fournit par la même occasion une protection contre l'entraînement, ou les effets de drainage, du lit de pose. Si nécessaire, des analyses de sol doivent être entreprises.

8.8 Regards de visite et boîtes de branchement

Les composants préfabriqués doivent être assemblés et mis en œuvre suivant les instructions complémentaires des fabricants.

Les regards de visite et boîtes de branchement doivent être étanches lorsqu'ils sont essayés selon l'article 13 et doivent être conformes au projet.

9 Raccordements sur tuyaux et sur regards

9.1 Généralités

Les raccordements sur tuyaux ou sur regards doivent être faits en utilisant des composants préfabriqués.

Là où un raccordement est mis en place pour une utilisation ultérieure, voir 8.5.6.

Lorsque les raccordements sont faits sur les regards et sur les tuyaux, on doit s'assurer que :

- la résistance mécanique des canalisations raccordées n'est pas diminuée ;
- le tuyau à raccorder ne peut en aucun cas faire saillie à l'intérieur du tuyau ou regard auquel il est raccordé ;
- le raccordement est étanche selon l'article 13.

De façon à remplir les conditions ci-dessus, il peut être nécessaire, par exemple, de renforcer le tuyau au niveau du raccordement ou de remplacer la section de tuyau par un ouvrage nouveau (par exemple un regard).

Les méthodes à utiliser pour les raccordements sont données en 9.2, 9.3, 9.4 et 9.5. Le choix dépend des prescriptions de l'utilisateur, du diamètre et du matériau du tuyau.

D'autres méthodes de raccordement peuvent être utilisées sous réserve qu'elles assurent la même qualité de raccordement.

9.2 Raccordement par culotte

La culotte doit être mise en place avec l'angle approprié pour recevoir le tuyau de branchement.

Quand une culotte doit être insérée sur une canalisation existante, il peut être nécessaire de déplacer ou d'enlever un ou plusieurs tuyaux suivant le matériau, la longueur, le type de joint et l'appui pour assurer la continuité de la canalisation. Il convient de n'enlever que la quantité indispensable de tuyaux pour permettre l'insertion de la culotte.

L'opération peut entraîner l'insertion d'une faible longueur de tuyau en plus de la culotte. Que les joints soient à emboîture ou à manchon, ils doivent être adaptés à la canalisation, permettre une mise en place et un alignement précis et être étanches.

9.3 Raccordement par piquage

Les raccords de piquage sont des composants qui s'adaptent à un trou foré dans la paroi du tuyau, de façon à former un joint étanche.

Le tuyau est découpé avec une carotteuse pour obtenir un trou circulaire d'un diamètre approprié au branchement, en prenant soin de ne pas laisser entrer dans le tuyau des matériaux indésirables.

Il convient que le raccordement soit fait sur la moitié supérieure du tuyau, de préférence avec son axe à 45° par rapport au plan vertical contenant l'axe longitudinal du tuyau.

Pour les détails d'assemblage des raccords de piquage, se référer aux instructions des fabricants.

9.4 Raccordement par piquage à selle

Les raccords de piquage à selle sont des composants présentant une étanchéité entre la surface extérieure du tuyau et la surface interne de la plaque de la selle. Le trou dans la paroi du tuyau est carotté ou bien, là où c'est possible, découpé en utilisant une scie qui convienne et un gabarit construit pour cet usage, en prenant soin qu'il n'entre aucun matériau indésirable dans le tuyau.

Il convient que le raccord à selle soit positionné sur la moitié supérieure du tuyau, de préférence avec son axe à 45° du plan vertical contenant l'axe longitudinal du tuyau.

Pour les détails d'assemblage des raccords à selle, se référer aux instructions des fabricants.

9.5 Raccordement par soudure

Quand des raccordements doivent être effectués par soudure, les instructions complémentaires données par les fabricants doivent être respectées.

9.6 Raccordement aux regards de visite et boîtes de branchement

Les méthodes décrites ci-dessus aux 9.3, 9.4 et 9.5 peuvent s'appliquer également en partie aux raccordements aux regards et boîtes de branchement. La position du raccordement doit être telle qu'indiquée au projet.

10 Essais pendant la durée du chantier

Les prescriptions prévues à l'article 12 pour les contrôles et les essais peuvent être appliquées pendant la durée du chantier suivant les besoins.

Un essai d'étanchéité préliminaire à la mise en place du remblai doit être réalisé dans la mesure où il est prescrit. Le contrôle du compactage du remblai latéral et du remblai proprement dit (voir 11.1) est recommandé au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

11 Mise en place du remblai

La mise en place du remblai latéral et du remblai proprement dit ne doit être entreprise que lorsque l'état de l'appui et des joints des tuyaux permet de résister aux charges.

Il convient d'effectuer le remblaiement, y compris la mise en place de l'enrobage et du remblai proprement dit ainsi que l'enlèvement du blindage et le compactage, de façon à assurer que la charge portante de la canalisation soit conforme au projet.

11.1 Compactage

Le degré de compactage doit être conforme à celui prévu dans le calcul de résistance mécanique de la canalisation. Les degrés de compactage prescrits doivent être maîtrisés en prescrivant une méthode intégrant le matériel spécifique utilisé (moyens de compactage), ou, lorsque c'est spécifié, vérifiés par des essais.

Il convient que le remblai initial directement au-dessus du tuyau soit compacté à la main là où cela est prescrit. Il convient que le compactage mécanique du remblai proprement dit directement au-dessus du tuyau ne commence pas avant qu'il y ait une hauteur totale de couverture d'au moins 300 mm au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau. Cette hauteur dépend du type d'appareil de compactage. Le choix du matériel de compactage, le nombre de passages et l'épaisseur des couches à compacter doivent tenir compte du matériau à compacter et du tuyau à poser.

Le compactage hydraulique du remblai ou du remblai latéral est permis de façon exceptionnelle et seulement en cas de sols adéquats non cohérents.

11.2 Mise en place de l'enrobage

Il convient de mettre en place l'enrobage de façon à éviter l'intrusion du sol existant ou la migration du matériau d'enrobage dans le sol existant. Dans certaines circonstances, l'utilisation d'une structure géotextile ou d'un filtre calibré peut être nécessaire pour confiner l'enrobage du tuyau, en particulier en présence d'une nappe phréatique.

Lorsque l'écoulement des eaux risque d'entraîner des fines ou d'abaisser le niveau de la nappe, des précautions adaptées doivent être prises.

L'appui, le remblai latéral et le remblai initial doivent être exécutés conformément au projet et aux prescriptions. Il convient de sauvegarder l'enrobage de toute dégradation prévisible de sa capacité portante, de sa stabilité ou de son positionnement, qui pourrait être due :

- à l'enlèvement du blindage ;
- aux influences de la nappe phréatique ;
- à d'autres terrassements à proximité.

Si des sections de canalisations nécessitent un ancrage ou un renforcement, cela doit être réalisé avant la mise en place de l'enrobage.

Pendant la mise en place de l'enrobage, il convient de veiller particulièrement aux points suivants :

- absence de déplacement de la canalisation, ni en tracé, ni en profil en long ;
- mise en place soigneuse de l'assise pour s'assurer que les espaces vides sous le tuyau soient bien remplis par un matériau compacté.

11.3 Mise en place du remblai proprement dit

Le remblai proprement dit doit être mis en place conformément au projet et aux prescriptions, en limitant les tassements en surface. Il convient d'apporter un soin particulier à l'enlèvement du blindage.

11.4 Enlèvement du blindage

Il convient que l'enlèvement du blindage soit réalisé progressivement pendant la mise en place de l'enrobage.

NOTE : L'enlèvement du blindage, au niveau ou au-dessous de l'enrobage, après la mise en place du remblai, peut entraîner des conséquences graves pour la capacité portante, le tracé et le profil en long.

Lorsque l'enlèvement du blindage est irréalisable avant la fin du remblai (par exemple : panneaux, palplanches), des mesures spécifiques sont nécessaires telles que :

- faire un calcul de résistance mécanique spécifique ;
- laisser en place une partie du blindage ;
- choisir un matériau spécifique pour l'enrobage.

11.5 Réfection des surfaces

Une fois le remblai terminé, les surfaces doivent être remises en état suivant les prescriptions.

12 Contrôles et/ou essais de réception des canalisations et des regards après mise en place du remblai

À la fin des travaux, des contrôles et/ou des essais doivent être réalisés suivant les besoins, conformément aux paragraphes 12.1 à 12.3.

12.1 Contrôle visuel

Le contrôle visuel comprend la vérification :

- du tracé et du profil en long ;
- des joints ;
- des désordres ou déformations ;
- des raccordements ;
- des revêtements intérieurs et extérieurs.

12.2 Étanchéité

L'étanchéité de la canalisation, y compris les raccordements, regards et boîtes de branchement, doit être soumise à essai conformément aux articles 13 ou 14 suivant le cas.

12.3 Enrobage et remblai proprement dit

La qualité de l'enrobage peut être vérifiée en contrôlant le compactage et/ou la déformation des tuyaux, selon les prescriptions. Celle du remblai proprement dit peut être vérifiée en contrôlant le compactage.

12.3.1 Compactage

Le compactage de l'appui, du remblai latéral et du remblai proprement dit, doit être contrôlé, si cela est prescrit, pour vérifier la conformité à 11.1.

12.3.2 Déformation des tuyaux

La variation verticale du diamètre des tuyaux flexibles doit être contrôlée, si cela est prescrit, pour vérifier la conformité au calcul de résistance mécanique.

13 Méthodes et prescriptions pour les essais des canalisations à écoulement libre

13.1 Généralités

L'essai d'étanchéité doit être réalisé soit avec de l'air (méthode «L») soit avec de l'eau (méthode «W»), comme indiqué sur les figures 6 et 7. On peut utiliser des essais distincts pour les tuyaux et pour les regards et boîtes de branchement (par exemple : tuyaux à l'air et regards à l'eau). Dans le cas de la méthode «L», le nombre de remises en état et d'essais à nouveau après échec est illimité. Cependant, dans le cas d'un premier échec ou d'un échec prolongé de l'essai à l'air, un recours à l'essai à l'eau est admis et le résultat de l'essai à l'eau doit être seul décisif.

Si le niveau de la nappe est au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau pendant l'essai, un essai d'infiltration peut être prévu avec une prescription spécifique.

Un premier essai peut être réalisé avant toute mise en place du remblai latéral. Pour l'acceptation finale, la canalisation doit être essayée après remblai et retrait du blindage. Le choix de la méthode d'essai peut être indiqué par l'auteur du projet.

13.2 Essai à l'air (Méthode «L»)

Les temps d'essai pour les canalisations, à l'exclusion des regards et boîtes de branchement, sont donnés au tableau 3 en fonction du diamètre du tuyau et des conditions d'essai (LA, LB, LC, LD). Il convient que la condition d'essai soit indiquée par l'auteur du projet. Des tampons étanches appropriés doivent être utilisés pour éviter les erreurs dues au matériel d'essai. Une attention particulière est requise dans le cas des grands diamètres, pour des raisons de sécurité durant l'essai.

L'essai à l'air des regards de visite et des boîtes de branchements présente des difficultés de réalisation pratique.

NOTE 1 : Dans l'attente d'une expérience suffisante, on peut utiliser des temps d'essai divisés par deux par rapport à ceux de canalisations de diamètre équivalent.

Une pression initiale supérieure d'environ 10 % à la pression d'essai, P_o , doit d'abord être maintenue pendant environ cinq minutes. La pression doit être alors ramenée à la pression d'essai indiquée au tableau 3, suivant la condition LA, LB, LC ou LD. Si la chute de pression mesurée à la fin du temps d'essai est inférieure à Δp donné au tableau 3, la canalisation est conforme.

NOTE 2 : Les prescriptions pour les essais à l'air en pression négative ne sont pas indiquées dans la présente norme européenne car il n'y a pas pour l'instant d'expérience suffisante avec cette méthode.

L'équipement utilisé pour mesurer la chute de pression doit permettre la mesure avec une précision de 10 % de Δp . La précision de mesure du temps doit être 5 s.

Tableau 3 : Pression d'essai, chute de pression et temps d'essai pour les essais à l'air.

Matériau	Condition d'essai	$P_o \Delta p$ ¹⁾ mbar (kPa)		Temps d'essai min						
				DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
Tuyaux béton non mouillés	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	5	7	11	14	18
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	4	6	8	11	14
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	3	4	6	8	10
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
	K ²⁾			0,058	0,058	0,053	0,040	0,0267	0,020	0,016
Tuyaux béton mouillés et tous les autres matériaux	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	7	10	14	19	24
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7
	K ²⁾			0,058	0,058	0,040	0,030	0,020	0,015	0,012
<p>1) Pression au-dessus de la pression atmosphérique.</p> <p>2) $t = \frac{1}{K_p} \cdot \ln \cdot \frac{P_o}{P_o - \Delta p}$, où t est le temps d'essai en minutes, arrondi à la demi-minute la plus proche lorsque $t \leq 5$ min et à la minute la plus proche lorsque $t > 5$ min. Pour les tuyaux en béton non mouillés, $K = 16/DN$ avec un maximum de 0,058. Pour les tuyaux en béton mouillés et tous les autres matériaux, $K = 12/DN$ avec un maximum de 0,058.</p> <p>$\ln = \log_e$</p>										

13.3 Essais à l'eau (Méthode «W»)

13.3.1 Pression d'essai

La pression d'essai est celle qui résulte du, ou qui est équivalente au, remplissage de la section à essayer jusqu'au niveau du sol à la hauteur des regards amont ou aval, suivant le cas, avec un maximum de pression de 50 kPa et un minimum de pression de 10 kPa, mesuré à la génératrice supérieure du tuyau.

Des pressions d'essai plus élevées peuvent être prescrites pour des canalisations fonctionnant en charge de façon permanente ou temporaire (voir prEN 805).

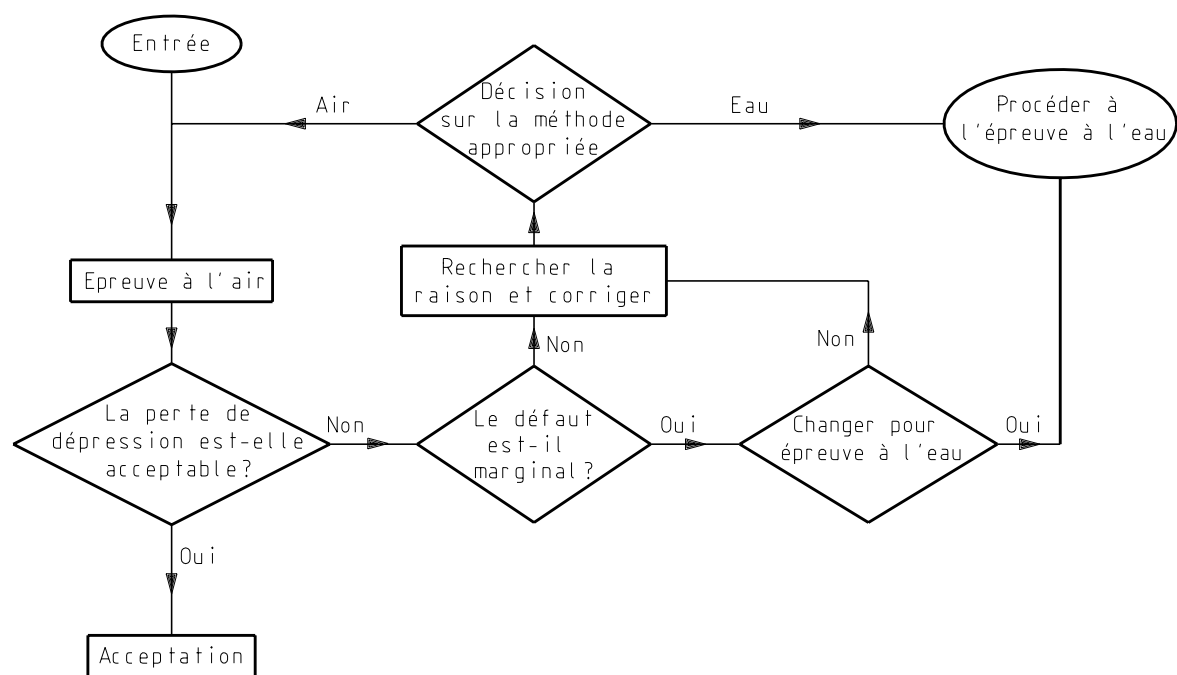


Figure 6 : Organigramme de la méthode «L»

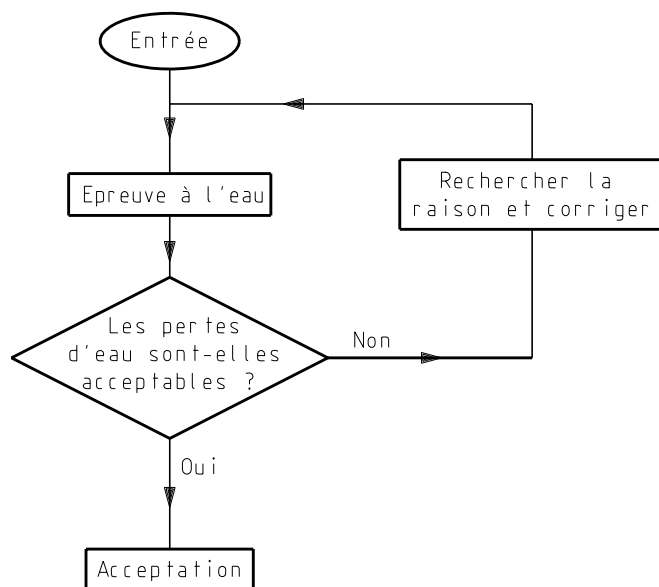


Figure 7 : Organigramme de la méthode «W»

13.3.2 Temps d'imprégnation

Une fois la canalisation et/ou les regards remplis et mis à la pression d'essai prescrite, l'imprégnation de la canalisation peut se révéler nécessaire.

NOTE : En général, une durée d'une heure est suffisante. Une durée plus longue peut se révéler nécessaire, par exemple pour des conditions climatiques sèches dans le cas des tuyaux en béton.

13.3.3 Durée de l'essai

La durée de l'essai doit être de (30 ± 1) min.

13.3.4 Prescriptions pour l'essai

La pression doit être maintenue, à 1 kPa près, à la pression d'essai définie en 13.3.1 en rétablissant le niveau initial de l'eau.

La quantité totale d'eau ajoutée pendant l'essai pour satisfaire cette prescription doit être mesurée et relevée, le niveau de l'eau étant celui correspondant à la pression prescrite.

La spécification de l'essai est remplie si la quantité d'eau ajoutée n'est pas supérieure à :

- 0,15 l/m² pendant 30 min pour les canalisations ;
- 0,20 l/m² pendant 30 min pour les canalisations et les regards ;
- 0,40 l/m² pendant 30 min pour les regards de visite et boîtes de branchement.

NOTE : Les mètres carrés se réfèrent à la surface intérieure mouillée.

13.4 Essais des assemblages seuls

Sauf prescriptions différentes, les essais individuels de tous les joints, en remplacement de l'essai de l'ensemble de la canalisation, peuvent être acceptés pour les canalisations, en général de DN > DN 1000.

Pour l'essai d'un assemblage seul, la surface de référence dans la méthode «W» correspond à celle d'un tuyau de 1 m de long. Les prescriptions doivent être celles de 13.3.4 avec une pression d'essai de 50 kPa au niveau de la génératrice supérieure intérieure du tuyau.

Les conditions d'essai de la méthode «L» doivent suivre les principes indiqués en 13.2 et faire l'objet d'une spécification particulière.

14 Essais des conduites sous pression

Les conduites sous pression doivent être essayées suivant les prescriptions du prEN 805.

15 Qualifications

Les facteurs suivants concernant les qualifications doivent être pris en compte :

- du personnel dûment qualifié et expérimenté est employé pour la surveillance et l'exécution du projet ;
- les entreprises désignées par le maître d'ouvrage possèdent toutes les qualifications requises pour l'exécution des travaux ;
- les maîtres d'ouvrage s'assurent que les qualifications requises sont bien détenues par les entreprises.

Voir annexe C.

Annexe A

(informative)

Élimination des venues d'eau

A.1 Généralités

S'il y a le moindre soupçon de la présence d'une nappe phréatique à proximité de la tranchée et à un niveau supérieur au fond prévu de la tranchée, il convient d'entreprendre une reconnaissance sur place de façon à établir une méthode permettant de maîtriser la nappe et de blinder la tranchée. Les installations provisoires rendues nécessaires pour assurer la maîtrise de la nappe (élimination des venues d'eau) peuvent influencer sur le projet de l'ouvrage définitif. Il convient de faire connaître à l'installateur les hypothèses retenues dans le projet, soit sous forme de prescriptions, soit sous forme de plans.

L'établissement d'un projet d'élimination des venues d'eau est complexe et il convient de rechercher un avis d'expert avant d'arrêter une méthode. L'élimination des venues d'eau peut faire baisser le niveau de la nappe à une distance considérable et gêner l'extraction de l'eau destinée à d'autres usages.

Une liste non exhaustive des méthodes d'élimination des venues d'eau est indiquée ci-après, ainsi que les éléments permettant d'opérer le choix d'une méthode. Les gammes d'indices de perméabilité sont données à titre indicatif et peuvent varier légèrement suivant le matériel et les circonstances locales.

A.2 Pompage en fond de tranchée

C'est la méthode d'élimination des venues d'eau la plus simple ; elle consiste à pomper l'eau qui a pénétré dans la tranchée. Dans les sols où il y a un risque d'entraînement de matériaux fins par l'eau, il peut être nécessaire de prendre des mesures complémentaires pour réduire la vitesse d'écoulement. Ceci peut être obtenu en utilisant un blindage jointif battu à un niveau inférieur au fond de la tranchée. L'auteur du projet doit décider si l'on doit ou non abandonner le blindage en place au titre de l'ouvrage définitif. Le coût du blindage abandonné et la profondeur de la fiche exigée limitent cette solution aux cas où le sol est cohérent et la profondeur de tranchée dans la nappe peu importante.

La profondeur de tranchée peut être augmentée en utilisant des dispositions complémentaires telles que la congélation des sols ou des injections de mortier pour limiter le débit des venues d'eau au voisinage de l'excavation.

A.3 Puits filtrants

Cette méthode implique un puits profond de diamètre allant de 250 mm à 600 mm et l'installation d'une crépine avec une section filtrante ou une paroi perforée au niveau de la base. L'eau est évacuée au moyen d'une pompe immergée. Le filtre est nécessaire pour empêcher la perte des matériaux fins et doit être choisi en fonction des conditions locales du sol. Les puits filtrants sont surtout efficaces dans des sols où les perméabilités horizontale et verticale sont similaires et se tiennent dans un éventail de 10^{-3} m/s à 1 m/s. Si l'on veut utiliser d'une manière satisfaisante les puits filtrants dans des sols à perméabilité jusqu'à 10^{-5} m/s, cela peut se faire en fermant le puits et en installant une pompe à vide. Dans ce cas, la pompe immergée aura une hauteur de pompage complémentaire à assurer.

Ce système est plus largement utilisé dans la construction de sous-sols, de radiers et de stations de pompage que pour des canalisations.

A.4 Pointes filtrantes verticales

Les pointes filtrantes sont des tubes perforés à la partie basse, mis en place dans le sol par fonçage sous pression d'eau (eau pompée dans le tube). Un clapet en fond de tube permet à l'eau de s'évacuer pendant le fonçage et l'empêche de pénétrer pendant le rabattement de nappe. La pointe filtrante est habituellement entourée de sable à gros grains agissant comme un filtre calibré. Là où cela est prescrit, ce sable est mis en place pendant l'opération de fonçage. Les pointes filtrantes sont habituellement mises en place le long d'une ligne parallèle à la tranchée prévue, en général à des espacements allant 0,6 m à 3,0 m suivant le sol et les caractéristiques de la nappe. Les pointes filtrantes peuvent être installées sur un seul côté de la tranchée ou sur les deux côtés.

Après mise en place, les têtes des pointes filtrantes sont raccordées à une pompe à vide. L'eau de la nappe pénètre dans les tubes par les perforations. Les pointes filtrantes peuvent être d'un type non réutilisable et être laissées en place, ce qui évite toute possibilité de mouvement de sol à l'enlèvement et les difficultés de remblaiement et de compactage du trou étroit et profond laissé par le retrait du tube.

Les pointes filtrantes sont habituellement limitées aux sols de perméabilité allant de 10^{-6} m/s à 10^{-3} m/s. Le rabattement de nappe peut se faire en une seule fois jusqu'à une profondeur maximale de tranchée de 6,5 m environ.

A.5 Rabattement de nappe par tubes horizontaux

Des tubes de plastique perforé peuvent être mis en place dans le sol par une trancheuse ou selon un procédé de forage dirigé. Le système est mis en place le long d'une ligne parallèle à la tranchée prévue, sur un seul côté de la tranchée ou sur les deux côtés, et à un niveau inférieur à celui prévu pour le fond de la tranchée. Les extrémités de ces tubes sont raccordées à une pompe à vide comme dans le cas des pointes filtrantes. L'éventail de perméabilité est semblable à celui des pointes filtrantes (10^{-6} m/s à 10^{-3} m/s).

Les principaux avantages du rabattement par tubes horizontaux sont la rapidité de la mise en place et l'absence d'une installation de tuyaux au niveau du sol.

A.6 Pointes filtrantes du type éducteur

Le système de pointes filtrantes du type éducteur implique le fonçage d'un puits avec une section filtrante près du fond et la mise en place d'un tuyau amenant l'eau sous pression, d'un venturi et d'un refoulement. Le tuyau sous pression est alimenté en eau à haute pression et la perte de pression dans la section en venturi permet d'aspirer l'eau du puits qui est refoulée et envoyée à la décharge dans des collecteurs prévus à la surface du sol. De même que pour les puits filtrants, de grandes profondeurs sont possibles (jusqu'à 45 m) mais on ne peut en tirer que de faibles débits par puits. Ceci limite l'éventail des perméabilités que l'on peut utiliser aux éléments dont le débit est faible (en général moins de 10^{-5} m/s). Comme dans les puits filtrants, les puits éducteurs exigent, pour réaliser un rabattement efficace de la nappe, que les perméabilités horizontale et verticale soient comparables. Le prix élevé de la mise en œuvre et l'éventail limité des conditions favorables de fonctionnement limitent habituellement leur utilisation à des chantiers fixes tels que sous-sols ou stations de pompage.

Annexe B

(informative)

Informations complémentaires à 5.3.3.1 sur les caractéristiques des matériaux

B.1 Généralités

La pratique courante dans les différents pays du CEN varie largement dans la manière de désigner les matériaux granulaires. Comme il s'est révélé irréalisable d'harmoniser ces désignations avant la publication d'une norme européenne sur la granularité des agrégats (CEN/TC 154), les désignations actuelles ont été rassemblées dans cette annexe informative.

B.2 Membres du CEN ayant contribué à cette annexe

Les membres du CEN cités ci-dessous ont contribué à cette annexe informative et aux tableaux B.2 à B.19 selon les indications du tableau B.1 : Autriche, Belgique, France, Allemagne, Irlande, Pays-Bas, Norvège, Suède, Suisse et Royaume-Uni.

**Tableau B.1 : Spécifications sur les matériaux granulaires
par les membres du CEN telles qu'indiquées dans les tableaux B.2 à B.19**

Membres du CEN	Tableaux B.2 à B.19 sur matériaux granulaires																	
	B.2	B.3	B.4	B.5	B.6	B.7	B.8	B.9	B.10	B.11	B.12	B.13	B.14	B.15	B.16	B.17	B.18	B.19
Allemagne	X		X			X	X											
Autriche	X	X	X	X	X		X											
Belgique								X	X	X								
France											X	X	X					
Irlande														X	X	X		
Norvège																	X	
Suède																		X
Suisse	X		X			X	X											
Pays-Bas	X		X			X	X											
Royaume-Uni														X	X	X		

B.3 A — Autriche, CH — Suisse, D — Allemagne, NL — Pays-Bas

B.3.1 Des exemples de dimensions nominales de matériaux monogranulaires sont (en millimètres) :

- 8 ; 16 ; 32 (A ; CH ; D ; NL) ;
- 10 ; 11 ; 14 ; 20 ; 40 (A).

Des exemples de granulométries de matériaux monogranulaires sont indiqués dans les tableaux B.2 et B.3.

Tableau B.2 : Granulométries de matériaux monogranulaires
(valables pour A, CH, D, NL)

Dimension de tamis (mm)	Pourcentage en masse passant les tamis par dimension nominale (mm)		
Taille nominale	32	16	8
63	100		
31,5	85 — 100	100	
16,0	0 — 25	85 — 100	100
8,0	0 — 5	0 — 25	85 — 100
4,0	—	0 — 5	0 — 25
2,0	—	—	0 — 5
1,0	—	—	—
0,50	—	—	—
0,25	0 — 3	0 — 3	0 — 3

Tableau B.3 : Granulométries de matériaux monogranulaires
(valables seulement pour A)

Dimension de tamis (mm)	Pourcentage en masse passant les tamis par dimension nominale (mm)			
Taille nominale	40	20	14	10
50	100	—	—	—
37,0	85 — 100	100	—	—
20,0	0 — 25	85 — 100	—	—
14,0	—	—	85 — 100	100
10,0	0 — 5	—	0 — 50	85 — 100
5,0	—	0 — 5	0 — 10	0 — 25
2,36	—	—	—	0 — 5

B.3.2 Des exemples de dimensions nominales de matériaux granulaires gradués sont (en millimètres) :

- 2/8 ; 8/16 ; 16/32 (A ; CH ; D ; NL) ;
- 5/14 ; 5/20 ; 5/40 (A).

Des exemples de granulométries de matériaux granulaires gradués sont indiqués dans les tableaux B.4 et B.5.

Tableau B.4 : Granulométries de matériaux granulaires gradués
(valables pour A, CH, D, NL)

Dimension de tamis (mm)	Pourcentage en masse passant les tamis par matériau (mm)		
Matériau	2/8	8/16	16/32
63	—	—	100
31,5	—	100	90 — 100
16,0	100	90 — 100	0 — 15
8,0	90 — 100	0 — 15	—
4,0	10 — 65	—	—
2,0	0 — 15	—	—
1,0	—	—	—
0,50	—	—	—
0,25	0 — 3	0 — 3	0 — 3

Tableau B.5 : Granulométries de matériaux granulaires gradués
(valables seulement pour A)

Dimension de tamis (mm)	Pourcentage en masse passant les tamis par matériau (mm)		
Matériau	5/14	5/20	5/40
50	—	—	100
37,0	—	100	90 — 100
20,0	100	90 — 100	35 — 70
14,0	90 — 100	—	—
10,0	50 — 85	30 — 60	10 — 40
5,0	0 — 10	0 — 10	0 — 5
2,36	—	—	—

B.3.3 Des exemples de dimensions nominales de sables sont (en millimètres) : 0/1 ; 0/2 ; 0/4.

Des exemples de granulométries de sables sont indiqués dans les tableaux B.6 et B.7.

Tableau B.6 : Granulométries de sables
(valables pour A seulement)

Dimension de tamis (mm)	Granulométries standard		
	0/4	0/2	0/1
8,0	100	—	—
5,6	98 — 100	—	—
4,0	85 — 99	100	—
2,8	—	98 — 100	—
2,0	—	85 — 99	100
1,4	—	—	98 — 100
1,0	—	—	85 — 99
0,063	< 5	< 5	< 5

En Suisse, en Allemagne et aux Pays-Bas, le sable convient pour tous les diamètres nominaux de tuyaux si le pourcentage de passants au tamis de 0,063 mm est inférieur à 5 % en masse. Les granulométries standard sont (en millimètres) : 0/4 ; 0/2 ; 0/1.

Des indications sur la granulométrie des sables sont données dans le tableau B.7.

Tableau B.7 : Granulométries de sables
(valables pour CH, D, NL)

Dimension de tamis (mm)	Granulométries standard		
	0/4	0/2	0/1
8,0	100	—	—
4,0	90 — 100	100	—
2,0	55 — 85	90 — 100	100
1,0	—	—	85 — 100
0,25	¹⁾	0 — 25	¹⁾
0,063	0 — 5	0 — 5	0 — 5
<i>1) Sur demande, le fabricant doit fournir la valeur moyenne et l'intervalle.</i>			

D'autres granulométries de sables sont admises s'il est prouvé qu'elles conviennent et si l'auteur du projet en spécifie l'utilisation.

B.3.4 Des exemples de dimensions nominales de tout-venants sont (en millimètres) : 16 ; 20 ; 32 ; 40.

Des exemples de granulométries de tout-venants sont données dans le tableau B.8.

Tableau B.8 : Granulométries de tout-venant

Granulat	Dimension D	Pourcentage de passant en masse				
		2D	1,4D ¹⁾	D ²⁾	d	d/2
Tout-venant	$D \leq 63 \text{ mm}$ et $d = 0$	100	98 — 100	90 — 99	—	—
<p>1) Lorsque les tamis calculés sur la base de 1,4D et d/2 ne correspondent pas exactement aux dimensions données dans les séries ISO 565/R20, il faut adopter la valeur la plus proche, en plus ou en moins, de la dimension du tamis.</p> <p>2) Si le pourcentage retenu pour D est < 1 % en masse, le fournisseur doit donner les éléments et indiquer la granulométrie type comprenant les tamis D, d, d/2 et les tamis de la série de base plus la série 1 ou les tamis de la série de base plus la série 2 intermédiaire entre d et D.</p>						

B.3.5 Granulats concassés

Autriche : Tous les exemples donnés de B.3.1 à B.3.4 s'appliquent aussi aux granulats concassés.

Suisse, Allemagne et Pays-Bas : Les granulats concassés doivent respecter les spécifications de granulométrie suivantes :

Particule maximale	Diamètre du tuyau
11 mm	$DN \leq DN 900$
20 mm	$DN \geq DN 900$

Source : DIN 4226-1.

B.4 B — Belgique

B.4.1 Classification des matériaux granulaires

La granulométrie des matériaux granulaires est indiquée dans le tableau B.9.

Tableau B.9 : Granulométrie des matériaux granulaires

Taille de particule	Pourcentage de passant en masse										
	1,00	2,00	4,00	7,10	10,0	14,0	20,0	28,0	35,5	40,0	50,0
2/7	0 — 5	1 — 25	25 — 55	85 — 99	100	—	—	—	—	—	—
4/7	0 — 3	0 — 7	1 — 20	80 — 99	100	—	—	—	—	—	—
4/14	0 — 3	0 — 7	1 — 15	18 — 47	85 — 99	100	—	—	—	—	—
4/28	0 — 3	0 — 7	1 — 15	—	14 — 37	—	50 — 80	85 — 99	100	—	—
14/28	0 — 3	—	—	—	0 — 10	1 — 15	29 — 59	85 — 99	100	—	—

B.4.2 Classification des sables

La granulométrie des sables est indiquée dans le tableau B.10.

Tableau B.10 : Granulométrie des sables

Dimension de tamis (mm)	Pourcentage de passant en masse		
	Sable grossier	Sable moyen	Sable fin
2	100	0	0
1	95 — 45	100	0
0,50	80 — 20	100 — 70	100
0,25	50 — 5	70 — 5	100 — 70
0,125	15 — 0	20 — 0	50 — 0
0,080	0	0	0

B.4.3 Granulométrie des tout-venants

La granulométrie des tout-venants est indiquée dans le tableau B.11.

Tableau B.11 : Granulométrie des tout-venants

Taille de particule	Pourcentage de passant en masse													
	1,00	2,00	4,00	6,30	7,10	10,0	14,0	20,0	25,0	31,5	40,0	50,0	56,0	71,0
2/4	0 — 5	1 — 20	80 — 99	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2/7	0 — 5	1 — 15	25 — 55	—	85 — 99	100	—	—	—	—	—	—	—	—
4/7	0 — 3	0 — 7	1 — 20	—	80 — 99	100	—	—	—	—	—	—	—	—
7/10	0 — 3	—	0 — 8	—	1 — 20	80 — 99	100	—	—	—	—	—	—	—
7/14	0 — 3	—	0 — 8	—	1 — 15	28 — 58	85 — 99	100	—	—	—	—	—	—
7/20	0 — 3	—	0 — 8	—	1 — 15	14 — 38	39 — 69	89 — 99	—	100	—	—	—	—
10/14	0 — 3	—	—	0 — 9	—	1 — 20	80 — 99	100	—	—	—	—	—	—
14/20	0 — 3	—	—	—	—	0 — 12	1 — 20	80 — 99	—	100	—	—	—	—
20/32	0 — 3	—	—	—	—	—	0 — 11	1 — 20	29 — 59	80 — 99	100	—	—	—
20/40	0 — 3	—	—	—	—	—	0 — 11	1 — 15	15 — 42	41 — 71	85 — 99	100	—	—
32/40	0 — 3	—	—	—	—	—	—	0 — 9	—	1 — 20	80 — 99	100	—	—
40/56	0 — 3	—	—	—	—	—	—	—	0 — 9	—	1 — 20	46 — 76	80 — 99	—

Sources : NBN B 11-101 pour les matériaux granulaires et les tout-venants.
NBN B 11-011 pour les sables.

B.5 DK — Danemark

B.5.1 Prescriptions générales des matériaux pour le lit de pose, le remblai latéral et du remblai initial

Granulométrie :	Taille maximale des grains	$D \leq 8 \text{ mm}$;
	Teneur maximale de fine ($< 0,075 \text{ mm}$)	9 % ;
	Coefficient d'uniformité U	< 3 .
Pureté :	Les matériaux ne doivent pas être gelés ou contenir des résidus de plantes risquant de provoquer des dommages, de l'humus ou des blocs d'argile ou de limon. Ces matériaux ne peuvent contenir de substances agressives pour le tuyau.	
Remblai latéral :	Le remblai latéral des tuyaux rigides, par exemple, en béton, peut être compacté par un équipement lourd au-dessus du niveau de l'axe du tuyau. Lorsqu'il y a un espace suffisant pour cet équipement, on peut faire abstraction de la taille maximale des grains et de l'uniformité, mais les particules de taille supérieure à 64 mm ne sont pas autorisées. Pour le remblai latéral sous l'axe des tuyaux rigides, par exemple en béton, les mêmes règles sont valables lorsque l'équipement utilisé permet un compactage effectif de la surface du lit de pose et près du tuyau ainsi que pour le lit de pose des tuyaux circulaires ayant une épaisseur au moins égale à l'assise prévue, c'est-à-dire le quart du diamètre extérieur du tuyau.	
Source :	DS 475 et DS 475/A 1 Code de pratique pour la pose de canalisations enterrées rigides en béton.	

B.5.2 Tuyaux rigides

Le matériau doit satisfaire aux spécifications de DS 475. Cependant, sous des zones hors chaussée, les spécifications sur les matériaux sont les suivantes :

Lit de pose :	Les granulats de dimension supérieure à 32 mm ne sont pas autorisés ; la teneur en matériaux de dimension comprise entre 16 mm et 32 mm ne doit pas dépasser 10 %.	
Remblai latéral et remblai initial :	Les granulats de dimension supérieure à 64 mm ne sont pas autorisés ; il doit être possible de compacter le matériau à un degré de compactage suffisant.	
Source :	Dansk Ingeniørforening's, Code de pratique pour la pose de tuyaux rigides enterrés en béton, Norme danoise DS 437.	

B.5.3 Tuyaux flexibles

Le matériau doit satisfaire aux spécifications de DS 475. Cependant, sous des zones hors chaussées, les spécifications sur les matériaux sont les suivantes :

Lit de pose :	Les granulats de dimension supérieure à 16 mm ne sont pas autorisés ; la teneur en matériaux de dimension comprise entre 8 mm et 16 mm ne doit pas dépasser 10 % ; les matériaux ne doivent pas être du silex coupant ou matériaux similaires ; il doit être possible de compacter le matériau à un degré de compactage suffisant.	
Remblai latéral et remblai initial :	Mêmes spécifications que pour les matériaux d'assise, cependant l'argile peut être utilisé.	
Source :	Dansk Ingeniørforening's, Code de pratique pour la pose de tuyaux flexibles enterrés en plastique, Norme danoise DS 430.	

B.6 F — France

B.6.1 Spécifications françaises concernant l'enrobage

Extraits de la circulaire n° 92-42 du 1^{er} juillet 1992 relative au Fascicule n° 70 «Ouvrages d'assainissement»
NOR : EQU 9210108C.

Art. 5.4.3.1, page 77 : Exécution du lit de pose

Le lit de pose est constitué de matériaux contenant moins de 5 % de particules inférieures à 0,1 mm et ne contenant pas d'élément de diamètre supérieur à 30 mm. En terrain aquifère, le lit de pose est constitué de matériaux de granularité comprise entre 5 mm et 30 mm.

Art. 5.8.1, page 97 : Exécution de l'assise et du remblai de protection

L'exécution de l'assise et des remblais de protection est effectuée avec tous matériaux (sable, gravier, tout-venant) agréés par le maître d'œuvre, compatibles avec les caractéristiques des tuyaux.

Art. 5.8.1.1 : Exécution de l'assise

Au-dessus du lit de pose et jusqu'à la hauteur de l'axe de la canalisation, le matériau de remblai est poussé sous les flancs de la canalisation et compacté de façon à éviter tout mouvement de celle-ci et à lui constituer l'assise prévue.

Afin d'assurer à la canalisation une assise qui ne sera pas décomprimée par la suite, il convient de réaliser l'assise après relevage partiel des blindages, s'ils existent.

Si l'assise peut être amenée à une décompression, le maître d'œuvre apprécie l'importance de cette décompression et en tient compte en fonction de la résistance des tuyaux pour adapter éventuellement le choix des matériaux constitutifs de l'assise.

Art. 5.8.1.2 : Exécution du remblai de protection

Au-dessus de l'assise, le remblai et son compactage sont poursuivis par couches successives, symétriquement puis uniformément, jusqu'à une hauteur d'au moins 0,10 m au-dessus de la génératrice supérieure de l'assemblage (manchon, collerette,...), de façon à parfaire l'enrobage.

B.6.2 Norme française concernant les matériaux granulaires

Source : Norme P 18-101 décembre 1990 : Granulats — Vocabulaire — Définitions et classification (clauses 1 à 5 et clause 8).

Exemples de granulométries : voir les tableaux B.12, B.13 et B.14.

**Tableau B.12 : Prescriptions granulométriques
pour 4/10, 6/14, 6/20 et 6/31,5 selon NF P 18-101**

Dimension de tamis (mm)	Pourcentage de passant en masse			
	4/10	6/14	6/20	6/31,5
63	—	—	—	—
40	—	—	—	100
31,5	—	—	100	85 — 99
20	—	100	85 — 99	25 — 75
14	100	85 — 99	25 — 75	—
10	85 — 99	25 — 75	—	—
6,3	25 — 75	1 — 15	1 — 15	1 — 15
4	1 — 15	0 — 3	0 — 3	0 — 3
2	0 — 3	—	—	—

Tableau B.16 : Agrégats fins (valables pour IRL et GB)

Dimension de tamis (mm)	Pourcentage en masse passant les tamis BS pour les dimensions nominales			
	Limites globales	Limites complémentaires de granulométrie		
		C	M	F
10,0	100	—	—	—
5,0	89 — 100	—	—	—
2,36	60 — 100	60 — 100	65 — 100	80 — 100
1,18	30 — 100	30 — 90	45 — 100	70 — 100
0,6	15 — 100	15 — 54	25 — 80	55 — 100
0,3	5 — 70	5 — 40	5 — 48	5 — 70
0,15	0 — 15	—	—	—

Tableau B.17 : Agrégats tout-venant (valables pour GB)

Dimension de tamis	Pourcentage en masse passant les tamis BS pour les dimensions nominales			
	40 mm	20 mm	10 mm	5 mm
50,0	100	—	—	—
37,5	95 — 100	100	—	—
20,0	45 — 80	95 — 100	—	—
14,0	—	—	100	—
10,0	—	—	95 — 100	100
5,0	25 — 50	35 — 55	35 — 65	70 — 100
2,36	—	—	20 — 50	25 — 100
1,18	—	—	15 — 40	15 — 45
0,6	8 — 30	10 — 35	10 — 30	5 — 25
0,3	—	—	5 — 15	3 — 20
0,15	0 — 8 ¹⁾	0 — 8 ¹⁾	0 — 8 ¹⁾	0 — 15

1) Augmenté jusqu'à 10 % pour des fines issues de rocher concassé.

ad Tableau B.16 Agrégats fins

Quand elle est définie selon BS 812, partie 103, et que l'on fait usage des tamis d'essai de la dimension donnée dans le tableau B.16 selon BS 410, la granulométrie des agrégats fins doit être conforme aux limites globales données dans le tableau B.16 ; de plus, on ne pourra avoir plus d'un échantillon sur dix échantillons consécutifs présentant une granulométrie dépassant les limites C, M, F fixées dans le tableau B.16.

ad Tableau B.17 Agrégats tout-venant

Quand elle est définie selon BS 812, partie 103, et que l'on fait usage des tamis d'essai de la dimension donnée dans le tableau B.17 selon BS 410, la granulométrie des agrégats tout-venant pour béton doit être dans les limites appropriées données dans le tableau B.17.

B.8 Références

La présente annexe B.8 fait référence à la dernière édition des publications suivantes (sauf si spécifié différemment) comprenant tous les addenda et révisions qui devraient être également consultés.

Normes britanniques

BS 882	Prescriptions pour agrégats provenant d'origines naturelles pour béton.
BS 1047	Prescriptions pour laitier de haut-fourneau refroidi à l'air, pour utilisation dans la construction.
BS 1377	Méthodes d'essais des sols pour les besoins du génie civil.
BS 3797	Prescriptions pour les agrégats légers utilisés pour la maçonnerie et le béton de structure.
BS 8005	Partie 1 : Guide pour la construction de nouveaux réseaux d'assainissement.

Norme irlandaise

IS5:1990	Agrégats pour béton — Partie 1 : Spécification.
----------	---

Prescriptions, informations et guides de l'Industrie de l'Eau

WIS n° 4-08-02	Prescriptions pour les matériaux constituant l'appui et le remblai latéral des canalisations enterrées.
IGN n° 4-11-02	Facteurs d'appui révisés pour les canalisations et branchements d'assainissement en grès.

Association des Services de distribution d'eau

Prescriptions pour le génie civil appliquées à l'Industrie de l'Eau, 4^e édition.

Laboratoire de recherches pour les transports et les routes

Tableaux simplifiés des charges extérieures sur les canalisations enterrées, 1986.

BRE digest 363.

Résistance aux sulfates et aux acides du béton enterré dans le sol, 1995.

Prescriptions pour la remise en état des chaussées après ouverture de tranchées, HMSO, 1992.

ER201E	Manuel pour l'Industrie de l'Eau concernant le calcul de résistance mécanique des canalisations gravitaires enterrées en uPVC, 1986.
--------	--

WSA	Canalisations d'assainissement en cours d'approbation, 4 ^e édition, 1995.
-----	--

En ce qui concerne les tuyaux posés sous les chaussées, il convient de se référer aux prescriptions pour la remise en état de la chaussée après ouverture (prescriptions HAUC). On y trouve en particulier l'interdiction d'utiliser des argiles ayant une limite de liquidité (LL) dépassant 90 ou un indice de plasticité (PI) dépassant 65, lorsqu'elles sont testées conformément à BS 1377, partie 2, Méthodes 4 et 5.4 respectivement, de même que des pierres d'une dimension supérieure à 37,5 mm.

B.9 Norvège

Tableau B.18 : Panorama des matériaux de remblai

Zone de la tranchée	Type de matériau						
	Matériaux monogranulaires de 2 à 16 mm (par ex : pierre concassée 4 mm — 8 mm)	Matériaux granulaires ¹⁾ < 32 mm, fraction 22 mm — 32 mm ≤ 10 %	Matériaux granulaires ¹⁾ , taille maximale 50 mm	Matériaux granulaires ¹⁾ , taille maximale 64 mm	Matériaux d'origine, taille maximale des pierres 32 mm	Matériaux d'origine, taille maximale des pierres 50 mm	Matériaux d'origine, taille maximale des pierres 64 mm
Zone 1 (fond renforcé) : changement de matériau	X	X	X	X			
Zone 2 (lit de pose) : — tuyaux rigides — tuyaux flexibles	X X	X X	X				
Zone 3 (remblai latéral sous routes) : — tuyaux rigides - en général - tuyaux béton d > 500 mm — tuyaux flexibles	 X X X	 X X X	 X X	 X			
Zone 3 (remblai latéral non sous routes) : — tuyaux rigides - en général - tuyaux béton d > 500 mm - pas de prescription de compactage - tuyaux béton d > 500 mm et pas de prescription de compactage — tuyaux flexibles	 X X X X X	 X X X X X	 X X X X	 X X X	 X X	 X X	 X
Zone 4 (remblai initial) : — en général	Mêmes prescriptions que pour la zone 3 non sous routes.						
Zone 5 (remblai principal) : matériaux d'origine	Matériaux d'origine avec taille maximale des pierres 0,5 m. Taille des pierres et pourcentage de pierres à apprécier au cas par cas, selon le risque de gel, etc.						
1) Les matériaux doivent être protégés du gel jusqu'à ce que la tranchée ait été remblayée ; ils doivent pouvoir être compactés sans addition d'eau, ce qui peut demander une plus grande énergie de compactage.							

B.10 S — Suède

Il n'existe pas de normes nationales pour les matériaux d'enrobage en Suède. Des manuels d'instructions nationaux existent (Mark AMA 83 et VAV P 70) qu'il convient de suivre s'il n'y a pas de prescription différente de la part de l'auteur du projet. Habituellement l'auteur du projet prescrit le matériau d'enrobage à utiliser.

Tableau B.19 : Instructions suédoises pour les matériaux d'enrobage

Matériau du tuyau	Matériau à utiliser pour	
	Appui	Remblai latéral et remblai initial
Tuyaux plastiques	Dimension maximale de particule : 20 mm	Le sol doit en général présenter une dimension maximale de particule inférieure à 20 mm. On peut exceptionnellement accepter des pierres à arêtes non coupantes d'une dimension inférieure à $0,1 \times DN$ mm ou 60 mm, la valeur la plus petite étant retenue.
Autres tuyaux	Dimension maximale de particule : 20 mm	Le sol doit en général présenter une dimension maximale de particule inférieure à 20 mm. On peut exceptionnellement accepter des pierres d'une dimension inférieure à 60 mm.

Les instructions sont applicables pour les :

- matériaux monogranulaires ;
- matériaux granulaires gradués ;
- agrégats tout-venant ;
- agrégats concassés.

Instructions suédoises pour appui renforcé en béton (Mark AMA 83) :

- béton non armé : classe K 15 ;
- béton armé : classe K 25.

Sources :

MARK AMA 83

Allmän material - och arbetsbeskrivning för markabeten

VAV P 70

Anvisningar för projektering och utförande av markförlagda självfallsledningar av plast

Annexe C

(informative)

Extrait de la Directive du Conseil européen du 17 septembre 1990 relative aux procédures de passation des marchés dans les secteurs de l'eau, de l'énergie, des transports et des télécommunications (90/531/CEE)

Titre IV

Qualification, sélection et attribution

Article 24

1. Les entités adjudicatrices peuvent, si elles le souhaitent, établir et gérer un système de qualification de fournisseurs ou d'entrepreneurs.
2. Ce système qui peut comprendre plusieurs stades de qualification doit être géré sur la base de critères et de règles objectifs définis par l'entité adjudicatrice. Celle-ci fait alors référence aux normes européennes là où elles sont appropriées. Ces critères et ces règles peuvent au besoin être mis à jour.
3. Ces critères et ces règles de qualification sont fournis sur demande aux fournisseurs ou entrepreneurs intéressés. La mise à jour de ces critères et de ces règles est communiquée aux fournisseurs et entrepreneurs intéressés. Si une entité adjudicatrice estime que le système de qualification de certaines entités ou organismes tiers répond à ses exigences, elle communique aux fournisseurs ou entrepreneurs intéressés les noms de ces entités ou de ces organismes tiers.
4. Les entités adjudicatrices doivent informer les demandeurs de leur décision quant à leur qualification dans un délai raisonnable. Si la décision de qualification doit prendre plus de six mois à partir du dépôt de la demande de qualification, l'entité adjudicatrice doit informer le demandeur, dans les deux mois suivant ce dépôt, des raisons justifiant un allongement du délai et de la date à laquelle sa demande sera acceptée ou refusée.
5. En prenant leur décision quant à la qualification ou lorsque les critères et règles quant à la qualification sont mis à jour, les entités adjudicatrices ne peuvent :
 - imposer des conditions administratives, techniques ou financières à certains fournisseurs ou entrepreneurs qui n'auraient pas été imposées à d'autres,
 - exiger des essais ou des justifications qui feraient double emploi avec des preuves objectives déjà disponibles.
6. Les demandeurs dont la qualification est rejetée doivent être informés de cette décision et des raisons du refus. Ces raisons doivent être fondées sur les critères de qualification mentionnés au paragraphe 2.
7. Un relevé des fournisseurs ou des entrepreneurs qualifiés est conservé ; il peut être divisé en catégories d'entreprises par type de marchés pour la réalisation desquels la qualification est valable.

8. Les entités adjudicatrices ne peuvent mettre fin à la qualification d'un fournisseur ou d'un entrepreneur que pour des raisons fondées sur les critères mentionnés au paragraphe 2. L'intention de mettre fin à la qualification doit être préalablement notifiée par écrit au fournisseur ou à l'entrepreneur, en indiquant la ou les raisons justifiant cette intention.

9. Le système de qualification doit faire l'objet d'un avis établi conformément à l'annexe XIII et publié au *Journal officiel des Communautés européennes*, indiquant le but du système de qualification et les modalités d'accès aux règles qui le gouvernent. Quand le système est d'une durée supérieure à trois ans, l'avis doit être publié annuellement. Quand le système est d'une durée inférieure, un avis initial suffit.

